

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-316910

(43)Date of publication of application : 16.11.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 10-122329

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 01.05.1998

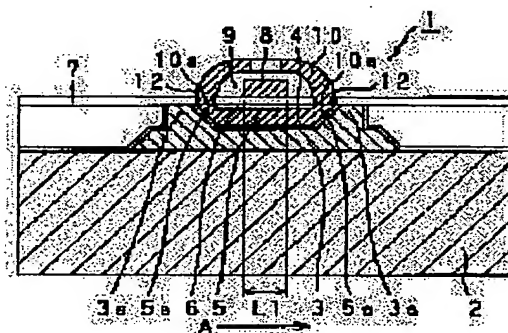
(72)Inventor : OMORI HIROYUKI
SUGAWARA NOBUHIRO
YAOI TOSHIHIKO

(54) THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin-film magnetic head which is adaptable to high density and high frequencies and has superior recording and reproducing characteristics.

SOLUTION: This thin-film magnetic head 1 is equipped with a spiral thin-film coil formed by connecting an end part 10a of a thin film 10 for a 2nd coil to an end part 5a protruding to the side of the upper layer core 8 of a thin film 5 for a 1st coil and a flattened film 6 in which the surface opposite to the upper layer core is 8 flattened. This thin-film magnetic head is formed on the surface where the upper-layer core 8 is flattened with an insulating film and since an amorphous material or fine crystal materials of high resistivity and high statd. magnetic flux density can be used for the material of the upper layer core 8 without causing deterioration in soft magnetic characteristics, superior recording and reproduction characteristics can be obtained for a magnetic head used for a high-density, high-frequency recording and reproducing system.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The lower layer core and the upper core which constitute a magnetic core, and the 1st thin film for coils formed between the above-mentioned lower layer core and the upper core so that an edge might upheave to the above-mentioned upper core side, The thin film coil which it consisted of the 2nd thin film for coils formed on the above-mentioned upper core, and the edge of the thin film for coils of the above 2nd was connected to the edge at which the thin film for coils of the above 1st upheaved, and was made into the shape of a screw type, The thin film magnetic head characterized by equipping the field which is formed between the thin film for coils of the above 1st, and the above-mentioned upper core, and counters the above-mentioned upper core with the insulator layer by which flattening was carried out.

[Claim 2] It is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by considering as the configuration where that edge upheaved to the above-mentioned upper core side by forming the height in the both ends of the direction which met in the direction of a coil of the above-mentioned thin film coil, and forming the thin film for coils of the above 1st on the lower layer core by which this height was formed at the above-mentioned lower layer core.

[Claim 3] The above-mentioned upper core and a lower layer core are the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by consisting of an amorphous ingredient or a microcrystal ingredient.

[Claim 4] The above-mentioned upper core is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by coming to carry out the laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer.

[Claim 5] In manufacturing the thin film magnetic head equipped with the lower layer core and the upper core which constitute a magnetic core, and the thin film coil of the shape of a screw type around which the perimeter of the above-mentioned upper core was looped The process which forms the 1st thin film for coils which constitutes the above-mentioned thin film coil on the above-mentioned lower layer core so that the edge may upheave to the above-mentioned upper core side, The process at which the field which counters the above-mentioned upper core forms the insulator layer by which flattening was carried out on the lower layer core in which the above-mentioned thin film coil was formed, The process which forms the above-mentioned upper core on the above-mentioned insulator layer, and on the above-mentioned upper core The manufacture approach of the thin film magnetic head characterized by performing the process which forms the 2nd thin film for coils which constitutes a thin film coil with the thin film for coils of the above 1st so that the edge may be connected to the edge at which the thin film for coils of the above 1st upheaved.

[Claim 6] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 5 characterized by upheaving that edge to the above-mentioned upper core side by forming so that it may have a height to the both ends of the direction which met the above-mentioned lower layer core in the direction of a coil of the above-mentioned thin film coil, and forming the thin film for coils of the above 1st on the lower layer core which has this height.

[Claim 7] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 5 characterized by using an amorphous ingredient or a microcrystal ingredient as an ingredient of the above-mentioned upper core and a lower layer core.

[Claim 8] The manufacture approach of the thin film magnetic head according to claim 5 characterized by carrying out the laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer, and forming the above-mentioned upper core.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film magnetic head by which thin film formation of the upper core and lower layer core which constitute a closed magnetic circuit, and the coil for excitation was carried out, respectively.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the field of magnetic recording, the magnetic head recordable on a high coercive force medium by the RF as the magnetic head used for record is demanded as the densification of recording density and RF-ization of a record frequency progress. The thin film magnetic head which carries out thin film formation of a magnetic core or the coil is developed and used as the magnetic head in order to meet such a demand. Since this thin film magnetic head is manufactured by vacuum thin film coating technology, it has the description that detailed-dimension-ization of narrow-track-izing, narrow-gap-izing, etc. can be attained easily. For this reason, this thin film magnetic head can record or reproduce a signal with more short wavelength, and attracts attention as the magnetic head corresponding to the formation of high density record aiming at record of a video signal or reproductive high-definition-izing, and large-capacity-izing of storage capacity.

[0003] Moreover, an examination using amorphous ingredients with larger specific resistance and saturation magnetic flux density than a magnetic material and microcrystal ingredients, such as a permalloy, as core materials of this thin film magnetic head is made.

[0004] Usually, even if thickness is thick, the process using plating with easy narrow track processing is used for the formation process of the magnetic core of the thin film magnetic head. However, in order to use the thin film magnetic head for the hard disk of a narrow track, a magnetic film with a thickness of 3 to about 6 micrometers must be processed with high precision using dry processes, such as milling. In order to perform highly precise processing by the dry process, thickness of a magnetic film must be made thin, but if the magnetic film of a core is made thin, by the fall of the magnetic field generated from a fall and magnetic gap of the effectiveness as the magnetic head, it will become impossible to perform sufficient record and will become a problem practically.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the thin film magnetic head, in order to raise the effectiveness of the magnetic head, it is effective to make magnitude of a magnetic core as small as possible, and to shorten magnetic-path length. Moreover, by making magnitude of a magnetic core small in this way, an inductance falls and the RF property of the thin film magnetic head improves.

[0006] However, when a magnetic core is made small, the area in which a thin film coil is formed in connection with this also becomes small, and there is a problem of causing the increment in coil resistance. Then, he also performs multilayering of a coil to a miniaturization and coincidence of a magnetic core, and is trying to avoid the increment in coil resistance in this thin film magnetic head. If a coil is multilayered, a big inclination will be generated into the part in which the coil was formed, and it must stop however, having to produce the upper core into the big part of this inclination. Acquiring sufficient soft magnetism cannot use an ingredient with large saturation magnetic flux density with the large and specific resistance difficult and mainly produced by the spatter, such as an amorphous ingredient and a microcrystal ingredient, other than the ingredient by which the inclination was produced with plating in the large part.

[0007] This invention is proposed in view of this conventional situation, can respond to high density and a RF, and aims at offering the thin film magnetic head which has outstanding record reproducing characteristics.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention person sets to the thin film magnetic head, as a result of repeating research wholeheartedly that the purpose mentioned above should be attained. By miniaturizing a thin film coil as the shape of a screw type looped around the configuration of a thin film coil to the perimeter of the upper core, and forming the upper core to a flat field further It becomes possible to use high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient without degradation of soft magnetic characteristics as an ingredient of a magnetic core, can respond to high density and a RF, and came to find out that the thin film magnetic head which has the outstanding recording characteristic is obtained.

[0009] The lower layer core and the upper core which the thin film magnetic head concerning this invention is completed based on the above knowledge, and constitute a magnetic core, The 1st thin film for coils formed between the lower layer core and the upper core so that an edge might upheave to the upper core side, The thin

film coil which it consisted of the 2nd thin film for coils formed on the upper core, and the edge of the 2nd thin film for coils was connected to the edge at which the 1st thin film for coils upheaved, and was made into the shape of a screw type. It is formed between the 1st thin film for coils, and the upper core, and the field which counters the upper core is characterized by having the insulator layer by which flattening was carried out.

[0010] The miniaturization of a thin film coil is realized in this thin film magnetic head, without causing the increment in coil resistance, since the thin film coil is made into the shape of a screw type. Moreover, in this thin film magnetic head, since it is formed in the field where the upper core from which the field which counters the upper core is equipped with the insulator layer by which flattening was carried out, and constitutes a magnetic core is flat, it becomes possible to use high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient without degradation of soft magnetic characteristics as an ingredient of a magnetic core.

[0011] Furthermore, in this thin film magnetic head, since a screw type-like thin film coil consists only of the 2nd thin film for coils connected to the edge at which the 1st thin film for coils with which the edge was formed in the upper core side by upheaving, and this 1st thin film for coils upheaved, formation of a thin film coil is easy.

[0012] In addition, in this thin film magnetic head, if a height is formed in the both ends of the direction which met in the direction of a coil of a thin film coil at the lower layer core and the 1st thin film for coils is formed on the lower layer core in which this height was formed, it will become easy to make the edge of the 1st thin film for coils into the configuration where it upheaved to the upper core side.

[0013] Moreover, in this thin film magnetic head, it is desirable to come to carry out the upper core the laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer. When the upper core consists of a layered product of a magnetic layer and a non-magnetic layer in this way, as for this thin film magnetic head, stabilization of a magnetic domain is attained.

[0014] Moreover, the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning this invention The lower layer core and the upper core which are completed based on the knowledge mentioned above and constitute a magnetic core. The process which in manufacturing the thin film magnetic head equipped with the thin film coil of the shape of a screw type around which the perimeter of the upper core was looped forms the 1st thin film for coils which constitutes a thin film coil on a lower layer core so that the edge may upheave to the upper core side. The process at which the field which counters the upper core forms the insulator layer by which flattening was carried out on the lower layer core in which the thin film coil was formed. It is characterized by performing the process which forms the process which forms the upper core on an insulator layer, and the 2nd thin film for coils which constitutes a thin film coil with the 1st thin film for coils on the upper core so that the edge may be connected to the edge at which the 1st thin film for coils upheaved.

[0015] The miniaturization of a thin film coil can be attained without according to the manufacture approach of this thin film magnetic head, causing the increment in coil resistance, since a thin film coil is formed in the shape of a screw type. Moreover, since the upper core will be formed in the field as for which flattening was carried out by the insulator layer according to the manufacture approach of this thin film magnetic head, it becomes possible to use high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient without degradation of soft magnetic characteristics as an ingredient of a magnetic core.

[0016] Furthermore, since a screw type-like thin film coil is formed in the edge of the 1st thin film for coils formed in the upper core side by upheaving by connecting the edge of the 2nd thin film for coils according to the manufacture approach of this thin film magnetic head, formation of a thin film coil is easy.

[0017] in addition, the lower layer core top which forms so that it may have a height in the manufacture approach of this thin film magnetic head to the both ends of the direction which met the lower layer core in the direction of a coil of a thin film coil, and has this height for the 1st thin film for coils — ***** — if it is made like, it will become easy to make the edge of the 1st thin film for coils into the configuration where it upheaved to the upper core side.

[0018] Moreover, in the manufacture approach of this thin film magnetic head, it is desirable to carry out the laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer, and to form the upper core. Thus, stabilization of the magnetic domain of the thin film magnetic head manufactured can be attained by carrying out the laminating of a magnetic layer and the non-magnetic layer, and forming the upper core.

[0019]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0020] The lower layer core 3 formed in substrate top 2 as the thin film magnetic head 1 concerning this invention was shown in drawing 1 and drawing 2. The 1st thin film 5 for coils formed through the 1st insulator layer 4 on the lower layer core 3. The flattening film 6 which carries out flattening of the top face of the lower layer core 3 in which it was formed in so that the 1st thin film 5 for coils might be covered, and the 1st thin film 5 for coils was formed. It has the gap film 7 formed on the flattening film 6, the upper core 8 formed on the gap film 7, and the 2nd thin film 10 for coils formed through the 2nd insulator layer 9 on the upper core 8. In addition, drawing 1 is drawing of longitudinal section carrying out the cross section of the thin film magnetic head 1 concerning this invention in the direction which intersects perpendicularly with medium sliding-surface 1a, and showing it in it, and drawing 2 is drawing of longitudinal section carrying out the cross section of the thin film magnetic head 1 concerning this invention in the direction parallel to medium sliding-surface 1a, and showing it in it.

[0021] In this thin film magnetic head 1, the other end which the end sections by the side of that medium sliding-surface 1a were compared through the gap film 7, and the lower layer core 3 and the upper core 9 estranged from

medium sliding-surface 1a is joined, and the magnetic core is constituted. And the gap film 7 which intervenes between the end section by the side of medium sliding-surface 1a of the lower layer core 3 and the end section by the side of medium sliding-surface 1a of the upper core 8 acts as magnetic gap G.

[0022] Moreover, in this thin film magnetic head 1, the edge and edge 10a of the 2nd thin film 10 for coils which upheave to the upper core 3 side of the 1st thin film 5 for coils are connected, and the screw type-like thin film coil is constituted.

[0023] As a substrate 2, the thing excellent in sliding properties, such as a nonmagnetic substrate of an aluminum2O3-TiC system and a nonmagnetic substrate of a CaO-TiO2-NiO system, and a wear property is used, for example.

[0024] Moreover, after thin film formation of the metal magnetic material saturation magnetic flux density excelled [magnetic material] in soft magnetic characteristics highly is carried out by sputtering etc., the both ends of a direction parallel to the medium sliding direction shown by the drawing 2 R>2 Nakaya mark A come to fabricate the lower layer core 3 at a concave in ** with height 3a by ion milling etc.

[0025] As a metal magnetic material used for this lower layer core 3, microcrystal ingredients, such as amorphous alloys, such as Co-Nb-Zr, and Fe-aluminum-N which added the 3rd element when as required for iron as nitrogen, etc. are mentioned. Moreover, you may make it the lower layer core 3 form membranes with plating using ingredients, such as nickel45Fe55 alloy. Furthermore, in order to improve soft magnetic characteristics, you may make it use for the lower layer core 3 what added various kinds of alloying elements into the above-mentioned ingredient.

[0026] The 1st insulator layer 4 is for aiming at the electric insulation with the lower layer core 3 and the 1st thin film 5 for coils, as the ingredient, it is chemically [aluminum 2O3, SiO2 and TiO2, and Si3N4 grade] stable, and what has a good insulating property is used, for example.

[0027] the conductor pattern of two or more articles with which the 1st thin film 5 for coils consists of electrical conducting materials, such as Cu, — predetermined spacing — consisting — the medium sliding direction A and abbreviation — it comes to carry out thin film formation in the parallel direction The conductor pattern of two or more of these articles is formed on the lower layer core 3 through the 1st insulator layer 4, and is made into the condition that the both-ends 5a learned from height 3a of the lower layer core 5, and upheaved to the upper core 8 side.

[0028] It comes to fill up the flattening film 6 on the lower layer core 3 in which the 1st thin film 5 for coils was formed so that polymeric materials, such as a resist, may cover the 1st thin film 5 for coils. This flattening film 6 is for absorbing the irregularity on the lower layer core 3 produced by having formed the 1st thin film 5 for coils, and is made into the flat top face field while it aims at protection of the 1st thin film 5 for coils.

[0029] Since the upper core 8 is made to be formed in the flat top face of this flattening film 6 through the gap film 7, this thin film magnetic head 1 becomes it is possible to form the upper core 8 by sputtering etc., and possible [using high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient without degradation of soft magnetic characteristics as an ingredient of the upper core 8].

[0030] Sputtering etc. comes to carry out thin film formation of the nonmagnetic non-conductive film of for example, aluminum2O3 grade, the edge by the side of medium sliding-surface 1a intervenes between the lower layer core 3 and the upper core 8, and the gap film 7 acts as magnetic gap G.

[0031] Sputtering etc. comes to carry out thin film formation of the metal magnetic material the saturation magnetic flux density which used the upper core 8 for the lower layer core 3 excelled [magnetic material] in soft magnetic characteristics highly. And the edge of the side estranged from medium sliding-surface 1a is connected with the lower layer core 3 through the 1st connection hole 11 formed so that the gap film 7 and the 1st insulator layer 4 might be divided, and this upper core 8 constitutes the magnetic core with the lower layer core 3.

[0032] In addition, as for this upper core 8, it is [the lay length L1 parallel to the medium sliding direction A] desirable that it is [3 micrometer or more] 10 micrometers or less. By setting lay length L1 parallel to the medium sliding direction A of the upper core 8 to 3 micrometers or more, by being able to acquire the effectiveness of a magnetic core required as a recording head, and setting lay length L1 parallel to the medium sliding direction A of the upper core 8 to 10 micrometers or less, the thin film magnetic head 1 can control the increment in the resistance of a thin film coil, and can supply sufficient record current. Furthermore, the thin film coil 1 can aim at the fall of an inductance by setting lay length L1 parallel to the medium sliding direction A of the upper core 8 to 3 micrometers or more 10 micrometers or less.

[0033] Moreover, as for the upper core 8, it is desirable for the lay length L2 which intersects perpendicularly with the medium sliding direction A to be 50 micrometers or less. The thin film magnetic head 1 can acquire the effectiveness of a magnetic core required as a recording head by setting to 50 micrometers or less lay length L2 which intersects perpendicularly with the medium sliding direction A of the upper core 8.

[0034] Moreover, as for thickness D of the upper core 8, it is desirable that it is [0.7 micrometer or more] 3 micrometers or less. The thin film magnetic head 1 can control eddy current loss, and can suppress degradation of the property in a RF while it can make precision of the width of recording track good by being able to acquire the effectiveness of a magnetic core required as a recording head, and setting thickness D of the upper core 8 to 3 micrometers or less by setting thickness D of the upper core 8 to 0.7 micrometers or more.

[0035] Moreover, as for the upper core 8, it is desirable to be divided in the thickness direction at two or more layers by the non-magnetic layer of the thickness of for example, 1nm or more 20nm or less extent. Although a comparatively strong magnetic anisotropy is required for this thin film magnetic head 1 in order to stabilize in

magnetic-domain structure since the lay length L1 parallel to the medium sliding direction A of the upper core 8 is set up more narrowly than the usual magnetic head By dividing the upper core 8 in the thickness direction by the non-magnetic layer of the thickness of for example, 1nm or more 20nm or less extent, between each divided magnetic layer, a magnetic interaction arises and stabilization of magnetic-domain structure can be attained. In addition, as an ingredient of a non-magnetic layer used here, metal membranes, such as Cu, Ti, Cr, and Pt, are sufficient, and the ceramic of aluminum 2O3, SiO2 and TiO2, and Si3N4 grade is sufficient.

[0036] The 2nd insulator layer 9 is for aiming at the electric insulation with the upper core 8 and the 2nd thin film 10 for coils, as the ingredient, like the 1st insulator layer 4, it is chemically [aluminum 2O3, SiO2 and TiO2, and Si3N4 grade] stable, and what has a good insulating property is used.

[0037] the conductor pattern of two or more articles with which the 2nd thin film 10 for coils consists of electrical conducting materials, such as Cu, like the 1st thin film 5 for coils — predetermined spacing — consisting — the medium sliding direction A and abbreviation — it comes to carry out thin film formation in the parallel direction And the both-ends 10a is connected to both-ends 5a to which the 1st thin film 5 for coils upheaved through the 1st insulator layer 4 through the 2nd connection hole 12 formed so that the gap film 7 and the flattening film 6 might be divided, and the conductor pattern of two or more articles of the 2nd thin film 10 for coils constitutes the screw type-like thin film coil with the 1st thin film 5 for coils.

[0038] In addition, the width of face W1 is 2 micrometers or less, and, as for a thin film coil, it is desirable to set the thickness T1 to 0.5 micrometers or more 2 micrometers or less. The thin film magnetic head 1 can control the increment in coil resistance by setting width of face W1 of a thin film coil to 2 micrometers or less, and setting thickness T1 of a thin film coil to 0.5 micrometers or more 2 micrometers or less in this way.

[0039] Since the upper core 8 is formed on the field by which flattening was carried out with the flattening film 6 and high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient is used as an ingredient of the upper core 8, the thin film magnetic head 1 constituted as mentioned above can demonstrate outstanding record reproducing characteristics as the magnetic head used for high density and the record regeneration system of a RF.

[0040] Moreover, the miniaturization of a thin film coil is realized, without causing the increment in coil resistance, as for this thin film magnetic head 1, since the thin film coil is made into the shape of a screw type.

[0041] Moreover, in this thin film magnetic head 1, since a screw type-like thin film coil consists only of the 2nd thin film 10 for coils connected to edge 5a to which the 1st thin film 5 for coils with which both-ends 5a was formed in the upper core 8 side by upheaving, and this 1st thin film 5 for coils upheaved, formation of a thin film coil is easy.

[0042] Next, the manufacture approach of the thin film magnetic head 1 concerning this invention is explained.

[0043] In case the thin film magnetic head 1 concerning this invention is manufactured, as shown in drawing 3 thru/or drawing 5, the metal magnetic film 13 which consists of microcrystal ingredients, such as amorphous alloys, such as Co-Nb-Zr, and Fe-aluminum-N which added the 3rd element when as required for iron as nitrogen, etc. is first formed by sputtering etc. on the substrate 2 which consists of a non-magnetic material of an aluminum2O3-TiC system, or a non-magnetic material of a CaO-TiO2-NiO system.

[0044] In addition, it may be performed using the alloy target adjusted so that it might become a desired presentation ratio, sputtering performed in the manufacture approach of the thin film magnetic head 1 concerning this invention prepares the target of each atom according to an individual, adjusts the area, impression output, etc., and as it controls a presentation, it may perform it. Since it is decided by target presentation that a film presentation will be about 1 mind when especially the former approach is adopted, it is suitable when mass-producing, for example.

[0045] Next, as shown in drawing 6 thru/or drawing 8, ion milling processing etc. is performed to the metal magnetic film 13 on a substrate 2, a concave fabricates ** with height 3a, and the lower layer core 3 is formed in the both ends of the direction where this metal magnetic film 13 is parallel to the medium sliding direction.

[0046] Next, as shown in drawing 9 thru/or drawing 11, on the substrate 2 with which the lower layer core 3 was formed, the insulating material of aluminum 2O3, SiO2 and TiO2, and Si3N4 grade is formed, and the 1st insulator layer 4 is formed.

[0047] Next, as shown in drawing 12 thru/or drawing 14, on the lower layer core 3, electrical conducting materials, such as Cu, are formed through the 1st insulator layer 4, and the 1st thin film 5 for coils is formed. At this time, edge 5a of the 1st thin film 5 for coils is made into the condition of having upheaved up, by being formed on height 3a of the lower layer core 3.

[0048] Next, as shown in drawing 15 thru/or drawing 17, it continues all over a substrate and the polymeric materials 14, such as a resist, are applied.

[0049] Next, polymeric materials 14 are ground until the edge by the side of the medium sliding surface of the lower layer core 3 and height 3a are outside exposed and edge 5a of the 1st thin film 5 for coils is outside exposed, as shown in drawing 18 thru/or drawing 20. The flattening film 6 made into the flat front face field by this is formed.

[0050] Next, as shown in drawing 21 thru/or drawing 23, the nonmagnetic non-conductive film of aluminum2O3 grade is formed by sputtering etc., and the gap film 7 is formed in the front face of the flattening film 6 made into the flat field.

[0051] Next, as shown in drawing 24 thru/or drawing 26, the 1st connection hole 11 for connecting to the lower layer core 3 the edge of the side estranged from medium sliding-surface 1a of the upper core 8 is formed so that the gap film 7 and the 1st insulator layer 4 may be divided. Moreover, the 2nd connection hole 12 for connecting both-ends 10a of the 2nd thin film 10 for coils to both-ends 5a of the 1st thin film 5 for coils is formed so that the

gap film 7 and the flattening film 6 may be divided.

[0052] Next, as shown in drawing 27 thru/or drawing 29, the metal magnetic film 15 which consists of microcrystal ingredients, such as amorphous alloys, such as Co-Nb-Zr, and Fe-aluminum-N which added the 3rd element when as required for iron as nitrogen, etc. is formed by sputtering etc. on the gap film 15 with which the 1st connection hole 11 and the 2nd connection hole 12 were formed. At this time, it will fill up with the metal magnetic film 15 also in the 1st connection hole 11 and the 2nd connection hole 12.

[0053] Next, as shown in drawing 30 thru/or drawing 32, ion etching processing etc. is performed to the metal magnetic film 15, and the upper core 8 of a predetermined configuration by which the edge of the side estranged from medium sliding-surface 1a was connected with the lower layer core 3 is formed. At this time, the metal magnetic film 15 in the 2nd connection hole 12 is removed.

[0054] Next, as shown in drawing 33 thru/or drawing 35, on the upper core 8 formed in the predetermined configuration, the insulating material of aluminum 2O3, SiO2 and TiO2, and Si3N4 grade is formed, and the 2nd insulator layer 9 is formed.

[0055] Next, as shown in drawing 36 thru/or drawing 38, on the upper core 8, electrical conducting materials, such as Cu, are formed through the 2nd insulator layer 9, and the 2nd thin film 10 for coils is formed. At this time, edge 10a of the 2nd thin film 10 for coils is connected to edge 5a to which the 1st thin film 5 for coils upheaved through the 2nd connection hole 12. Thereby, a screw type-like thin film coil is formed and the thin film magnetic head 1 is completed.

[0056] Since the upper core 8 will be formed through the gap film 7 on the field by which flattening was carried out with the flattening film 6 according to the manufacture approach of the thin film magnetic head 1 explained above It can become possible to use high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient without degradation of soft magnetic characteristics as an ingredient of the upper core 8, and can respond to high density record; and the thin film magnetic head 1 which demonstrates the record reproducing characteristics which were excellent in the RF can be manufactured.

[0057] Moreover, since a screw type-like thin film coil is formed only by connecting both-ends 10a of the 2nd thin film 10 for coils to both-ends 5a formed in the upper core 8 side of the 1st thin film 5 for coils by upheaving according to the manufacture approach of this thin film magnetic head 1, formation of the thin film coil of the shape of a screw type which realized the miniaturization becomes easy.

[0058]

[Example] The thin film magnetic head which actually starts this invention was manufactured that the effectiveness of this invention should be checked, and it evaluated about the recording characteristic.

[0059] <Manufacture of the thin film magnetic head> The thin film magnetic head (example) concerning this invention was manufactured as follows first.

[0060] The metal magnetic film of about 4 micrometers of thickness was formed using the CoNbZr amorphous alloy of 1.2 teslas of saturation magnetic flux density as an ingredient of the metal magnetic film used as a lower layer core. And ion milling processing was performed to this metal magnetic film, about 2.5 micrometers of metal magnetic films were shaved, and the lower layer core was formed.

[0061] Between a lower layer core and the 1st thin film for coils, the 1st insulating layer with a thickness of about 0.5 micrometers was formed using aluminum 2O3. Moreover, thickness formed the thin film coil so that about 1 micrometer and width of face might be set to about 1.5 micrometers and coil to coil distance might be set to about 0.7 micrometers, and the number of turns was set to 10. Moreover, between the lower layer core and the upper core, the gap film with a thickness of about 0.3 micrometers was formed using aluminum 2O3.

[0062] The metal magnetic film of about 1.5 micrometers of thickness was formed using the FeAlN/NiFeZrN cascade screen of 1.7 teslas of saturation magnetic flux density as an ingredient of the metal magnetic film used as the upper core. FeAlN set to 15nm and NiFeZrN set the laminating period of a metal magnetic film to 5nm. Membrane formation is rf magnetron sputtering and was performed in Ar gas of 10% nitrogen addition using the target of Fe97aluminum3 and nickel85Fe15Zr10. And ion etching processing was performed to this metal magnetic film, and the upper core from which width of face is set to about 5 micrometers by the width of recording track of about 32 micrometers and the magnetic head, and die length is set to 1.5 micrometers was formed.

[0063] Resist hardening performed the insulation with the upper core and the 2nd thin film for coils. Thickness was set to 2 micrometers although coil width of face and spacing of the 2nd thin film for coils were the same as that of the 1st thin film for coils.

[0064] The thin film magnetic head (example of a comparison) using a curled form coil as shown in a comparison at drawing 41 was manufactured. A magnetic core is formed with a plating permalloy ingredient, and the head for a comparison is a thing with the width of recording track of 2 micrometers, 0.3 micrometers of gap lengths, and ten coiling.

[0065] <Characterization> The over-writing property of the thin film magnetic head of an example and the over-writing property of the thin film magnetic head of the example of a comparison which were manufactured as mentioned above first were evaluated, respectively. In measurement, it measured by carrying out over-writing record of the record linear velocity of 10m/s, and the 4MHz signal by 20MHz, using the hard disk of 2500 oersted coercive force as a record medium. A result is shown in drawing 39. This drawing 39 shows that the thin film magnetic head concerning this invention shows the outstanding recording characteristic.

[0066] Next, the RF recording characteristic of the thin film magnetic head of an example and the RF recording characteristic of the thin film magnetic head of the example of a comparison which were manufactured as mentioned

above were evaluated, respectively. Evaluation of a high frequency recording characteristic was performed based on the value of a nonlinear transition shift. The nonlinear transition shift was measured by the 5th higher-harmonic method. Measurement set up the spacing between relative-velocity 40 m/s, a record medium, and the thin film magnetic head by 50nm. A result is shown in drawing 40. From this drawing 40, the thin film magnetic head concerning this invention had the small nonlinear transition shift amount in high frequency, and it has checked that record field sufficient also by high frequency had occurred.

[0067]

[Effect of the Invention] The upper core is formed on the field as for which flattening was carried out by the insulator layer, and since high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient can be used for the thin film magnetic head concerning this invention as an ingredient of the upper core, without causing degradation of soft magnetic characteristics, it can demonstrate outstanding record reproducing characteristics as the magnetic head used for high density and the record regeneration system of a RF.

[0068] Moreover, the miniaturization of a thin film coil is realized, without causing the increment in coil resistance, as for this thin film magnetic head, since the thin film coil is made into the shape of a screw type.

[0069] Moreover, in this thin film magnetic head, since a screw type-like thin film coil consists only of the 2nd thin film for coils connected to the edge at which the 1st thin film for coils with which both ends were formed in the upper core side by upheaving, and this 1st thin film for coils upheaved, formation of a thin film coil is easy.

[0070] Moreover, since the upper core will be formed on the field as for which flattening was carried out by the insulator layer according to the manufacture approach of the thin film magnetic head concerning this invention, it can become possible to use high specific resistance, the amorphous ingredient of high saturation magnetic flux density, or a microcrystal ingredient without degradation of soft magnetic characteristics as an ingredient of the upper core, and can respond to high density record, and the thin film magnetic head which demonstrates the record reproducing characteristics which were excellent in the RF can be manufactured.

[0071] Moreover, since a screw type-like thin film coil is formed in the both ends formed in the upper core side of the 1st thin film for coils by upheaving only by connecting the both ends of the 2nd thin film for coils according to the manufacture approach of this thin film magnetic head, formation of the thin film coil of the shape of a screw type which realized the miniaturization becomes easy.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the sectional view carrying out the cross section of the thin film magnetic head concerning this invention in the direction which intersects perpendicularly with a medium sliding surface, and showing it in it.
- [Drawing 2] It is the sectional view carrying out the cross section of the above-mentioned thin film magnetic head in the direction parallel to a medium sliding surface, and showing it in it.
- [Drawing 3] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the metal magnetic film was formed on the substrate.
- [Drawing 4] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A1-A2 line sectional view in drawing 3.
- [Drawing 5] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B1-B2 line sectional view in drawing 3.
- [Drawing 6] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the lower layer core was formed.
- [Drawing 7] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A3-A4 line sectional view in drawing 6.
- [Drawing 8] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B3-B4 line sectional view in drawing 6.
- [Drawing 9] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the 1st insulator layer was formed.
- [Drawing 10] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A5-A6 line sectional view in drawing 9.
- [Drawing 11] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B5-B6 line sectional view in drawing 9.
- [Drawing 12] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the 1st thin film for coils was formed.
- [Drawing 13] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A7-A8 line sectional view in drawing 12.
- [Drawing 14] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B7-B8 line sectional view in drawing 12.
- [Drawing 15] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that polymeric materials were applied.
- [Drawing 16] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A9-A10 line sectional view in drawing 15.
- [Drawing 17] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B9-B10 line sectional view in drawing 15.
- [Drawing 18] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the flattening film was formed.
- [Drawing 19] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A11-A12 line sectional view in drawing 18.
- [Drawing 20] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B11-B12 line sectional view in drawing 18.
- [Drawing 21] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the gap film was formed.
- [Drawing 22] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A13-A14 line sectional view in drawing 21.
- [Drawing 23] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B13-B14 line sectional view in drawing 21.
- [Drawing 24] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the 1st and 2nd connection holes were formed.
- [Drawing 25] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A15-A16 line sectional view in drawing 24.
- [Drawing 26] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head,

and is a B15-B16 line sectional view in drawing 24 .

[Drawing 27] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the metal magnetic film was formed.

[Drawing 28] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A17-A18 line sectional view in drawing 27 .

[Drawing 29] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B17-B18 line sectional view in drawing 27 .

[Drawing 30] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the upper core was formed.

[Drawing 31] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A19-A20 line sectional view in drawing 30 .

[Drawing 32] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B19-B20 line sectional view in drawing 30 .

[Drawing 33] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the 2nd insulator layer was formed.

[Drawing 34] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A21-A22 line sectional view in drawing 33 .

[Drawing 35] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B21-B22 line sectional view in drawing 33 .

[Drawing 36] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is the perspective view showing the condition that the thin film coil was formed.

[Drawing 37] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is an A23-A24 line sectional view in drawing 36 .

[Drawing 38] It is drawing explaining the process which manufactures the above-mentioned thin film magnetic head, and is a B23-B24 line sectional view in drawing 36 .

[Drawing 39] It is drawing explaining the over-writing property of the above-mentioned thin film magnetic head.

[Drawing 40] It is drawing explaining the RF property of the above-mentioned thin film magnetic head.

[Drawing 41] It is the perspective view in which carrying out the cross section of the important section of the thin film magnetic head using a curled form coil, and showing it.

[Description of Notations]

1 Thin Film Magnetic Head, 2 Substrate, 3 Lower Layer Core, 3a Height, 5 1st Thin Film for Coils, 5a Edge, 6 Flattening Film, 8 The Upper Core, 10 2nd Thin Film for Coils

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

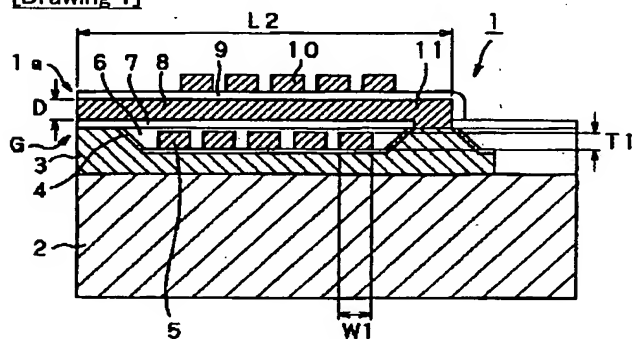
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

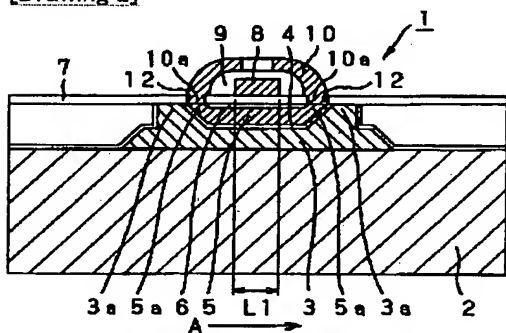
DRAWINGS

[Drawing 1]



薄膜磁気ヘッドの断面図

[Drawing 2]



薄膜磁気ヘッドの断面図

[Drawing 4]

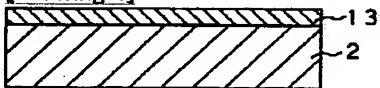


図3におけるA1-A2線断面図

[Drawing 5]



図3におけるB1-B2線断面図

[Drawing 7]

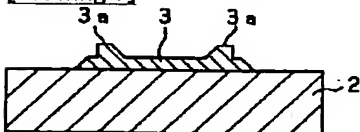
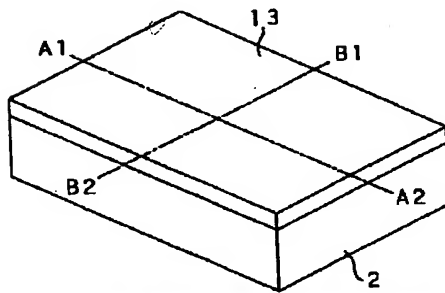


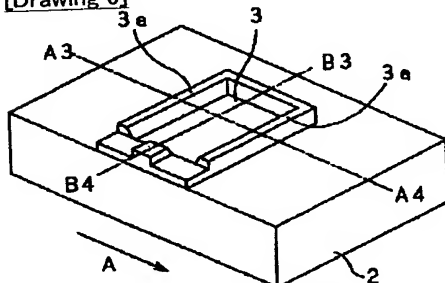
図6におけるA3-A4線断面図

[Drawing 3]



基板上に金属膜が形成された状態を示す斜視図

[Drawing 6]



下層コアが形成された状態を示す斜視図

[Drawing 8]

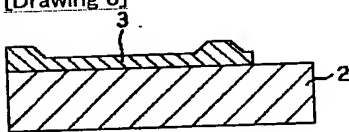
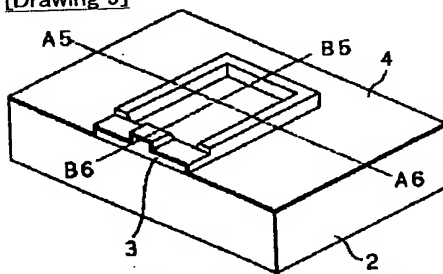


図6におけるB3-B4線断面図

[Drawing 9]



第1の絶縁膜が形成された状態を示す斜視図

[Drawing 10]

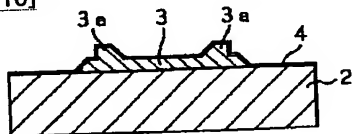


図9におけるA5-A6線断面図

[Drawing 11]

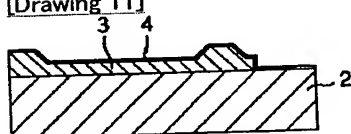
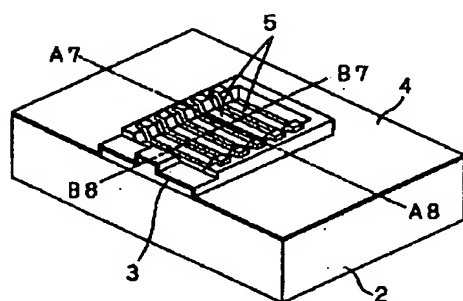


図9におけるB5-B6線断面図

[Drawing 12]



第1のコイル用導線が形成された状態を示す斜視図

[Drawing 13]

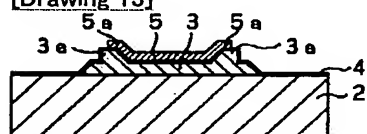


図12におけるA7-A8線断面図

[Drawing 14]

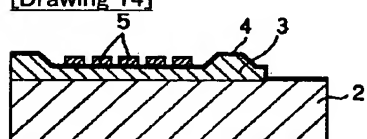
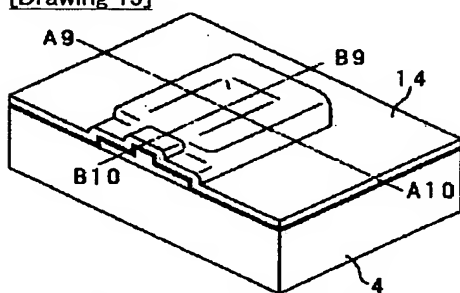


図12におけるB7-B8線断面図

[Drawing 15]



高分子材料が塗布された状態を示す斜視図

[Drawing 16]

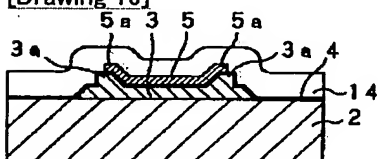


図15におけるA9-A10線断面図

[Drawing 17]

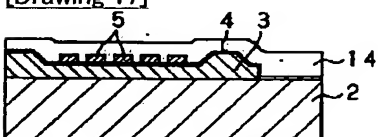


図15におけるB9-B10線断面図

[Drawing 19]

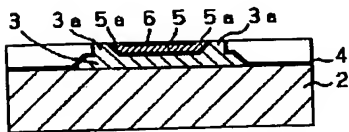


図18におけるA11-A12線断面図

[Drawing 20]

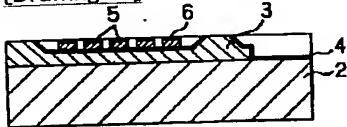
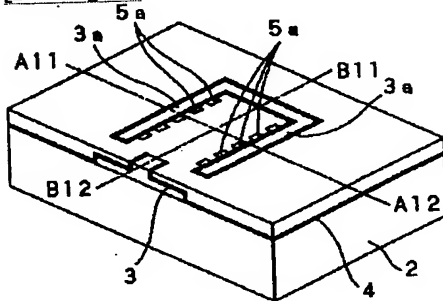


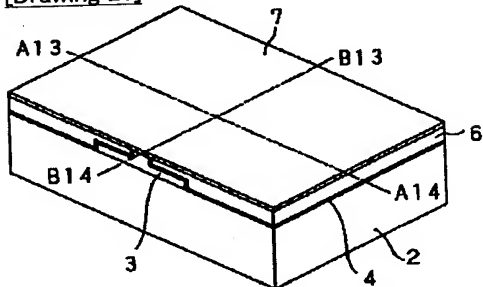
図18におけるB11-B12線断面図

[Drawing 18]



平坦化膜が形成された状態を示す斜視図

[Drawing 21]



ギャップ膜が形成された状態を示す斜視図

[Drawing 22]

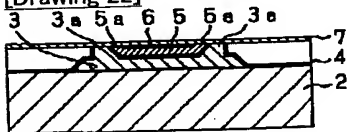


図21におけるA13-A14線断面図

[Drawing 23]

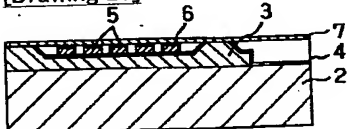
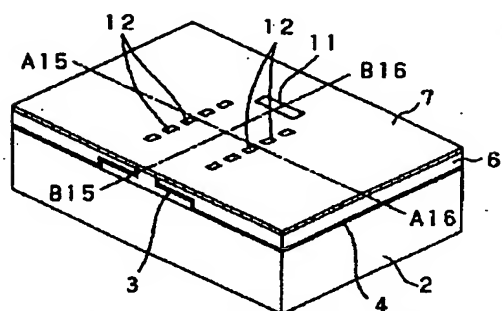


図21におけるB13-B14線断面図

[Drawing 24]



第1及び第2の貫通孔が形成された状態を示す斜視図

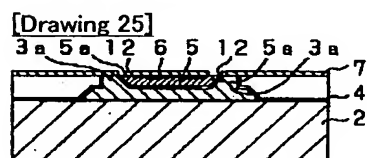


図24におけるA15-A16線断面図

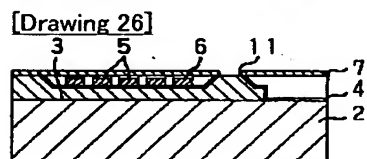
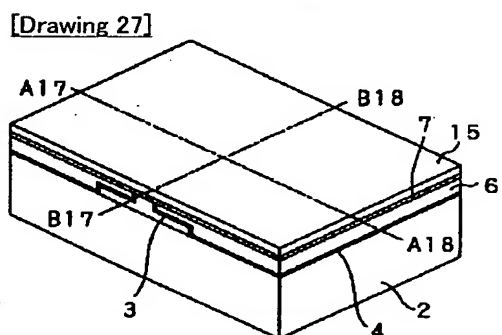


図24におけるB15-B16線断面図



金属膜性膜が成膜された状態を示す斜視図

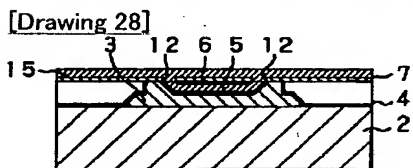


図27におけるA17-A18線断面図

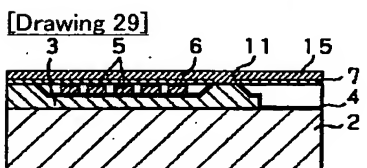


図27におけるB17-B18線断面図

[Drawing 31]

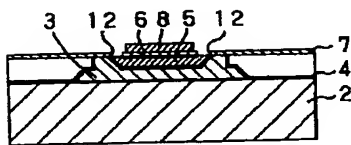


図30におけるA19-A20断面図

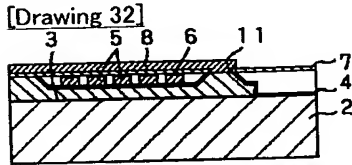


図30におけるB19-B20断面図

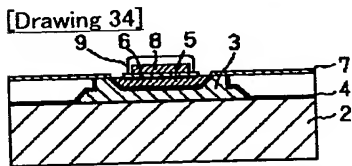


図33におけるA21-A22断面図

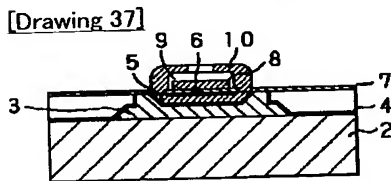
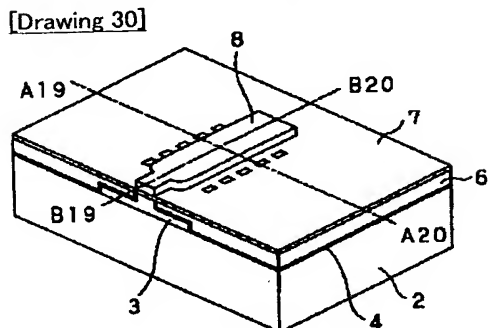
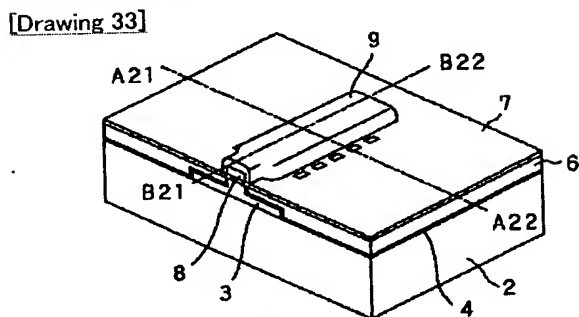


図36におけるA23-A24断面図



上層コアが形成された状態を示す斜視図



第2の絶縁膜が形成された状態を示す斜視図

[Drawing 35]

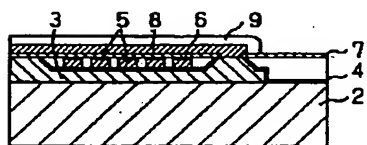
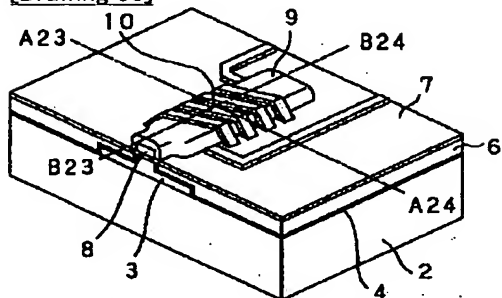


図33におけるB21-B22断面図

[Drawing 36]



巻膜コイルが形成された状態を示す斜視図

[Drawing 38]

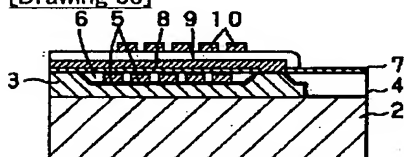
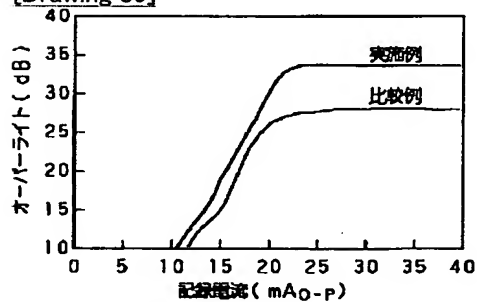
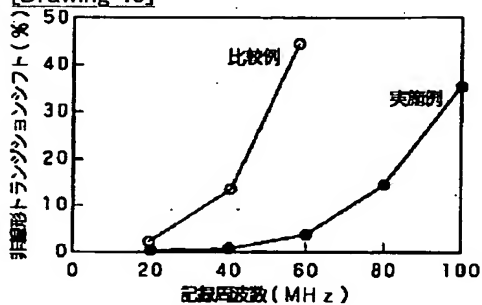


図36におけるB23-B24断面図

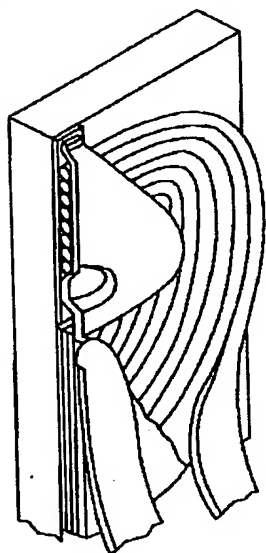
[Drawing 39]



[Drawing 40]



[Drawing 41]



渦巻き状のコイルを用いた薄層磁気ヘッド

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-316910

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) Int.Cl.⁸

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

F

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-122329

(22) 出願日

平成10年(1998) 5 月 1 日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

(72) 発明者 大森 広之

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 菅原 伸浩

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 矢迫 俊彦

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号 ソニー株式会社内

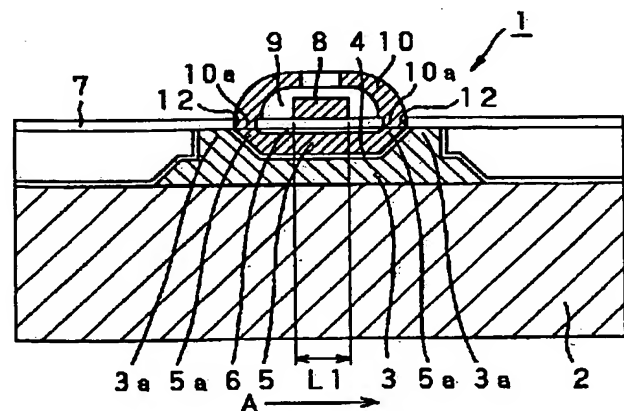
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高密度かつ高周波に対応でき、優れた記録再生特性を有する薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 第1のコイル用薄膜5の上層コア8側に隆起した端部5aに第2のコイル用薄膜10の端部10aが接続されてなる螺旋形状の薄膜コイルと、上層コア8に対向する面が平坦化された平坦化膜6とを備えるように薄膜磁気ヘッド1を構成する。



薄膜磁気ヘッドの断面図

特開平11-316910

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気コアを構成する下層コア及び上層コアと、

端部が上記上層コア側に隆起するように上記下層コアと上層コアとの間に形成された第1のコイル用薄膜と、上記上層コア上に形成された第2のコイル用薄膜とからなり、上記第2のコイル用薄膜の端部が上記第1のコイル用薄膜の隆起した端部に接続されて螺旋形状とされた薄膜コイルと、

上記第1のコイル用薄膜と上記上層コアとの間に形成され、上記上層コアに対向する面が平坦化された絶縁膜とを備えることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 上記下層コアには、上記薄膜コイルの巻線方向に沿った方向の両端部に突起部が形成されており、上記第1のコイル用薄膜はこの突起部が形成された下層コア上に形成されることによりその端部が上記上層コア側に隆起した形状とされていることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 上記上層コア及び下層コアは、非晶質材料又は微結晶材料よりなることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 上記上層コアは、磁性層と非磁性層とが積層されてなることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 磁気コアを構成する下層コア及び上層コアと、上記上層コアの周囲に巻装された螺旋形状の薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造するにあたり、上記下層コア上に、上記薄膜コイルを構成する第1のコイル用薄膜を、その端部が上記上層コア側に隆起するように形成する工程と、

上記薄膜コイルが形成された下層コア上に、上記上層コアに対向する面が平坦化された絶縁膜を形成する工程と、

上記絶縁膜上に、上記上層コアを形成する工程と、上記上層コア上に、上記第1のコイル用薄膜と共に薄膜コイルを構成する第2のコイル用薄膜を、その端部が上記第1のコイル用薄膜の隆起した端部に接続されるように形成する工程とを行うことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項6】 上記下層コアを、上記薄膜コイルの巻線方向に沿った方向の両端部に突起部を有するように形成し、

上記第1のコイル用薄膜を、この突起部を有する下層コア上に形成することにより、その端部を上記上層コア側に隆起させることを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項7】 上記上層コア及び下層コアの材料として、非晶質材料又は微結晶材料を用いることを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 上記上層コアを、磁性層と非磁性層とを

積層して形成することを特徴とする請求項5記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、閉磁路を構成する上層コア及び下層コアと励磁用のコイルとがそれぞれ薄膜形成された薄膜磁気ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気記録の分野においては、記録密度の高密度化や記録周波数の高周波化が進むにつれ、記録に使用する磁気ヘッドとして高周波で高保磁力媒体に記録可能な磁気ヘッドが要求されている。このような要求に応えるべく、磁気ヘッドとして、磁気コアやコイルを薄膜形成する薄膜磁気ヘッドが開発され、使用されている。この薄膜磁気ヘッドは、真空薄膜形成技術により製造されるため、狭トラック化や狭ギャップ化等の微細寸法化を容易に図ることができるという特徴を有している。このため、この薄膜磁気ヘッドは、より波長の短い信号を記録または再生することが可能であり、映像信号の記録または再生の高画質化、記憶容量の大容量化を目的とする高密度記録化に対応した磁気ヘッドとして注目されている。

【0003】 また、この薄膜磁気ヘッドのコア材料として、パーマロイ等の磁性材料よりも比抵抗及び飽和磁束密度の大きい非晶質材料や微結晶材料を用いる検討がなされている。

【0004】 通常、薄膜磁気ヘッドの磁気コアの形成プロセスには、膜厚が厚くても狭トラック加工が容易なメッキを用いた工程が使用される。しかしながら、薄膜磁気ヘッドを、例えば、狭トラックのハードディスクに使用するためには、3 μ mから6 μ m程度の厚さの磁性膜をミリング等のドライプロセスを用いて高精度に加工しなければならない。ドライプロセスで高精度の加工を行うためには、磁性膜の厚さを薄くしなければならないが、コアの磁性膜を薄くすると磁気ヘッドとしての効率の低下や磁気ギャップから発生する磁場の低下によって十分な記録が行えなくなり実用上問題となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、薄膜磁気ヘッドにおいて、磁気ヘッドの効率を向上させるためには、磁気コアの大きさをできるだけ小さくして、磁路長を短くすることが有効である。また、薄膜磁気ヘッドは、このように磁気コアの大きさを小さくすることにより、インダクタンスが低下し、高周波特性が向上する。

【0006】 しかしながら、磁気コアを小さくすると、これに伴って薄膜コイルが形成される面積も小さくなり、コイル抵抗の増加を招くという問題がある。そこで、この薄膜磁気ヘッドにおいては、磁気コアの小型化と同時にコイルの多層化も行い、コイル抵抗の増加を避けるようにしている。しかしながら、コイルを多層化す

るとコイルが形成された部分に大きな傾斜が生じ、上層のコアはこの傾斜の大きな部分に作製しなければならなくなる。傾斜が大きい部分では、メッキ法で作製された材料以外は十分な軟磁性を得ることが難しく、主にスパッタ法で作製される非晶質材料や微結晶材料等の比抵抗が大きくかつ飽和磁束密度も大きい材料を使用することができない。

【0007】本発明は、かかる従来の事情に鑑みて提案されたものであって、高密度かつ高周波に対応でき、優れた記録再生特性を有する薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上述した目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、薄膜磁気ヘッドにおいて、薄膜コイルの形状を上層コアの周囲に巻装された螺旋形状として薄膜コイルを小型化し、さらに、上層コアを平坦な面に成膜することによって、磁気コアの材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化なく使用することが可能となり、高密度かつ高周波に対応でき、優れた記録特性を有する薄膜磁気ヘッドが得られることを見出すに至った。

【0009】本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、以上のような知見に基づいて完成されたものであって、磁気コアを構成する下層コア及び上層コアと、端部が上層コア側に隆起するように下層コアと上層コアとの間に形成された第1のコイル用薄膜と、上層コア上に形成された第2のコイル用薄膜とからなり、第2のコイル用薄膜の端部が第1のコイル用薄膜の隆起した端部に接続されて螺旋形状とされた薄膜コイルと、第1のコイル用薄膜と上層コアとの間に形成され、上層コアに対向する面が平坦化された絶縁膜とを備えることを特徴としている。

【0010】この薄膜磁気ヘッドにおいては、薄膜コイルが螺旋形状とされているので、コイル抵抗の増加を招くことなく、薄膜コイルの小型化が実現される。また、この薄膜磁気ヘッドにおいては、上層コアに対向する面が平坦化された絶縁膜を備え、磁気コアを構成する上層コアが平坦な面に形成されるので、磁気コアの材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化なく使用することが可能となる。

【0011】更に、この薄膜磁気ヘッドにおいては、螺旋形状の薄膜コイルが、端部が上層コア側に隆起して形成された第1のコイル用薄膜と、この第1のコイル用薄膜の隆起した端部に接続された第2のコイル用薄膜のみからなるので、薄膜コイルの形成が容易である。

【0012】なお、この薄膜磁気ヘッドにおいて、下層コアに、薄膜コイルの巻線方向に沿った方向の両端部に突起部を形成し、第1のコイル用薄膜をこの突起部が形成された下層コア上に形成するようにすれば、第1のコ

イル用薄膜の端部を上層コア側に隆起した形状とすることが容易となる。

【0013】また、この薄膜磁気ヘッドにおいては、上層コアが、磁性層と非磁性層とが積層されてなることが望ましい。この薄膜磁気ヘッドは、このように上層コアが磁性層と非磁性層との積層体よりなることにより、磁区の安定化が図られる。

【0014】また、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、上述した知見に基づいて完成されたものであって、磁気コアを構成する下層コア及び上層コアと、上層コアの周囲に巻装された螺旋形状の薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドを製造するにあたり、下層コア上に、薄膜コイルを構成する第1のコイル用薄膜を、その端部が上層コア側に隆起するように形成する工程と、薄膜コイルが形成された下層コア上に、上層コアに対向する面が平坦化された絶縁膜を形成する工程と、絶縁膜上に上層コアを形成する工程と、上層コア上に第1のコイル用薄膜と共に薄膜コイルを構成する第2のコイル用薄膜を、その端部が第1のコイル用薄膜の隆起した端部に接続されるように形成する工程とを行うことを特徴としている。

【0015】この薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルが螺旋形状に形成されるので、コイル抵抗の増加を招くことなく、薄膜コイルの小型化が図れる。また、この薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、絶縁膜により平坦化された面上層コアが形成されることになるので、磁気コアの材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化なく使用することが可能となる。

【0016】更に、この薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、螺旋形状の薄膜コイルが、上層コア側に隆起して形成された第1のコイル用薄膜の端部に、第2のコイル用薄膜の端部を接続させることにより形成されるので、薄膜コイルの形成が容易である。

【0017】なお、この薄膜磁気ヘッドの製造方法において、下層コアを、薄膜コイルの巻線方向に沿った方向の両端部に突起部を有するように形成し、第1のコイル用薄膜を、この突起部を有する下層コア上に形成するようにすれば、第1のコイル用薄膜の端部を上層コア側に隆起した形状とすることが容易となる。

【0018】また、この薄膜磁気ヘッドの製造方法においては、上層コアを磁性層と非磁性層とを積層して形成することが望ましい。このように、上層コアを磁性層と非磁性層を積層して形成することにより、製造される薄膜磁気ヘッドの磁区の安定化を図ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0020】本発明に係る薄膜磁気ヘッド1は、図1及び図2に示すように、基板上2に形成された下層コア3

特開平11-316910

と、下層コア3上に第1の絶縁膜4を介して形成された第1のコイル用薄膜5と、第1のコイル用薄膜5を覆うように形成され、第1のコイル用薄膜5が形成された下層コア3の上面を平坦化する平坦化膜6と、平坦化膜6上に形成されたギャップ膜7と、ギャップ膜7上に形成された上層コア8と、上層コア8上に第2の絶縁膜9を介して形成された第2のコイル用薄膜10とを備えている。なお、図1は、本発明に係る薄膜磁気ヘッド1を媒体摺動面1aと直交する方向に断面して示す縦断面図であり、図2は、本発明に係る薄膜磁気ヘッド1を媒体摺動面1aと平行な方向に断面して示す縦断面図である。

【0021】この薄膜磁気ヘッド1においては、下層コア3と上層コア9とが、その媒体摺動面1a側の一端部同士がギャップ膜7を介して突き合わされ、媒体摺動面1aから離間した他端部同士が接合されて、磁気コアを構成している。そして、下層コア3の媒体摺動面1a側の一端部と上層コア8の媒体摺動面1a側の一端部との間に介在するギャップ膜7が磁気ギャップGとして作用する。

【0022】また、この薄膜磁気ヘッド1においては、第1のコイル用薄膜5の上層コア3側に隆起する端部と第2のコイル用薄膜10の端部10aとが接続されて、螺旋形状の薄膜コイルを構成している。

【0023】基板2としては、例えば、 Al_2O_3-TiC 系の非磁性基板や、 $CaO-TiO_2-NiO$ 系の非磁性基板等の摺動特性、摩耗特性に優れたものが用いられる。

【0024】また、下層コア3は、飽和磁束密度が高く軟磁気特性に優れた金属磁性材料がスパッタリング等により薄膜形成された後に、イオンミリング等により、図2中矢印Aで示す媒体摺動方向と平行な方向の両端に突起部3aを有するを凹状に成形されてなる。

【0025】この下層コア3に用いられる金属磁性材料としては、 $Co-Nb-Zr$ 等の非晶質合金や、鉄に窒素と必要ならば第3元素を添加した $Fe-Al-N$ 等の微結晶材料等が挙げられる。また、下層コア3は Ni_45Fe55 合金等の材料を用いてメッキ法により成膜するようにしてもよい。さらに、下層コア3には、軟磁気特性を改善するために、上記材料に各種の添加元素を添加したものを用いるようにしてもよい。

【0026】第1の絶縁膜4は、下層コア3と第1のコイル用薄膜5との電氣的絶縁を図るためのものであり、その材料としては、例えば、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Si_3N_4 等の化学的に安定で絶縁特性がよいものが使用される。

【0027】第1のコイル用薄膜5は、 Cu 等の導電材料よりなる複数条の導体パターンが、所定間隔を存して媒体摺動方向Aと略平行な方向に薄膜形成されてなる。これら複数条の導体パターンは、第1の絶縁膜4を介して下層コア3上に形成されており、その両端部5aが下

層コア5の突起部3aにならって上層コア8側に隆起した状態とされている。

【0028】平坦化膜6は、レジスト等の高分子材料が、第1のコイル用薄膜5を覆うように、第1のコイル用薄膜5が形成された下層コア3上に充填されてなる。この平坦化膜6は、第1のコイル用薄膜5の保護を図ると共に、第1のコイル用薄膜5が形成されたことにより生じる下層コア3上の凹凸を吸収するためのものであり、上面がフラットな面とされている。

【0029】この薄膜磁気ヘッド1は、この平坦化膜6のフラットな上面に、ギャップ膜7を介して上層コア8が形成されるようにしているので、上層コア8をスパッタリング等により形成することが可能で、上層コア8の材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化なく使用することが可能となる。

【0030】ギャップ膜7は、例えば Al_2O_3 等の非磁性非導電性膜がスパッタリング等により薄膜形成されてなり、媒体摺動面1a側の端部が下層コア3と上層コア8との間に介在して、磁気ギャップGとして作用する。

【0031】上層コア8は、下層コア3に用いた飽和磁束密度が高く軟磁気特性に優れた金属磁性材料が、スパッタリング等により薄膜形成されてなる。そして、この上層コア8は、媒体摺動面1aから離間した側の端部が、ギャップ膜7及び第1の絶縁膜4を分断するように形成された第1の接続孔11を介して下層コア3と接続され、下層コア3と共に磁気コアを構成している。

【0032】なお、この上層コア8は、媒体摺動方向Aと平行な方向の長さ L_1 は $3\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下であることが望ましい。薄膜磁気ヘッド1は、上層コア8の媒体摺動方向Aと平行な方向の長さ L_1 を $3\mu m$ 以上とすることにより、記録ヘッドとして必要な磁気コアの効率を得ることができ、また、上層コア8の媒体摺動方向Aと平行な方向の長さ L_1 を $10\mu m$ 以下とすることにより、薄膜コイルの抵抗値の増加を抑制して十分な記録電流の供給を行うことができる。更に、薄膜コイル1は、上層コア8の媒体摺動方向Aと平行な方向の長さ L_1 を $3\mu m$ 以上 $10\mu m$ 以下とすることにより、インダクタンスの低下を図ることができる。

【0033】また、上層コア8は、媒体摺動方向Aと直交する方向の長さ L_2 が $50\mu m$ 以下であることが望ましい。薄膜磁気ヘッド1は、上層コア8の媒体摺動方向Aと直交する方向の長さ L_2 を $50\mu m$ 以下とすることにより、記録ヘッドとして必要な磁気コアの効率を得ることができる。

【0034】また、上層コア8の厚さDは、 $0.7\mu m$ 以上 $3\mu m$ 以下であることが望ましい。薄膜磁気ヘッド1は、上層コア8の厚さDを $0.7\mu m$ 以上とすることにより、記録ヘッドとして必要な磁気コアの効率を得ることができ、また、上層コア8の厚さDを $3\mu m$ 以下と

することにより、トラック幅の精度を良好にすることができると共に、渦電流損失を抑制して、高周波での特性の劣化を抑えることができる。

【0035】また、上層コア8は、例えば1nm以上20nm以下程度の厚さの非磁性層により厚み方向に複数層に分断されていることが望ましい。この薄膜磁気ヘッド1は、上層コア8の媒体摺動方向Aと平行な方向の長さL1が通常の磁気ヘッドよりも狭く設定されているので、磁区構造に安定化するためには比較的強い磁気異方性が必要であるが、上層コア8を例えば1nm以上20nm以下程度の厚さの非磁性層で厚み方向に分断することにより、分断された各磁性層間に磁気的な相互作用が生じ、磁区構造の安定化を図ることができる。なお、ここで用いる非磁性層の材料としては、Cu、Ti、Cr、Pt等の金属膜でもよいし Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Si_3N_4 等のセラミックでもよい。

【0036】第2の絶縁膜9は、上層コア8と第2のコイル用薄膜10との電氣的絶縁を図るためのものであり、その材料としては、第1の絶縁膜4と同様に、例えば、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Si_3N_4 等の化学的に安定で絶縁特性がよいものを使用される。

【0037】第2のコイル用薄膜10は、第1のコイル用薄膜5と同様に、Cu等の導電材料よりなる複数条の導体パターンが、所定間隔を存して媒体摺動方向Aと略平行な方向に薄膜形成されてなる。そして、第2のコイル用薄膜10の複数条の導体パターンは、その両端部10aが、ギャップ膜7及び平坦化膜6を分断するように形成された第2の接続孔12を介して第1の絶縁膜4を介して、第1のコイル用薄膜5の隆起した両端部5aに接続されて、第1のコイル用薄膜5と共に螺旋形状の薄膜コイルを構成している。

【0038】なお、薄膜コイルは、その幅W1が2 μm 以下であり、その厚さT1が0.5 μm 以上2 μm 以下とされていることが望ましい。薄膜磁気ヘッド1は、このように、薄膜コイルの幅W1を2 μm 以下とし、薄膜コイルの厚さT1を0.5 μm 以上2 μm 以下とすることにより、コイル抵抗値の増加を抑制することができる。

【0039】以上のように構成される薄膜磁気ヘッド1は、上層コア8が、平坦化膜6により平坦化された面上に形成されており、上層コア8の材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料が用いられるので、高密度かつ高周波の記録再生システムに用いられる磁気ヘッドとして、優れた記録再生特性を発揮することができる。

【0040】また、この薄膜磁気ヘッド1は、薄膜コイルが螺旋形状とされているので、コイル抵抗の増加を招くことなく、薄膜コイルの小型化が実現される。

【0041】また、この薄膜磁気ヘッド1においては、螺旋形状の薄膜コイルが、両端部5aが上層コア8側に

隆起して形成された第1のコイル用薄膜5と、この第1のコイル用薄膜5の隆起した端部5aに接続された第2のコイル用薄膜10のみからなるので、薄膜コイルの形成が容易である。

【0042】次に、本発明に係る薄膜磁気ヘッド1の製造方法について説明する。

【0043】本発明に係る薄膜磁気ヘッド1を製造する際は、まず、図3乃至図5に示すように、 Al_2O_3 -TiC系の非磁性材料やCaO-TiO₂-NiO系の非磁性材料よりなる基板2上に、Co-Nb-Zr等の非晶質合金や、鉄に窒素と必要ならば第3元素を添加したFe-Al-N等の微結晶材料等よりなる金属磁性膜13が、スパッタリング等により成膜される。

【0044】なお、本発明に係る薄膜磁気ヘッド1の製造方法において行うスパッタリングは、所望の組成比となるように調整された合金ターゲットを用いて行っても良いし、各原子のターゲットを個別に用意し、その面積や印加出力等を調整して組成をコントロールするように行っても良い。特に前者の方法を採用した場合、膜組成はターゲット組成によってほぼ一意に決まるので、例えば大量生産するうえで好適である。

【0045】次に、図6乃至図8に示すように、基板2上の金属磁性膜13に対してイオンミリング加工等が施され、この金属磁性膜13が媒体摺動方向と平行な方向の両端に突起部3aを有するを凹状に成形されて、下層コア3が形成される。

【0046】次に、図9乃至図11に示すように、下層コア3が形成された基板2上に、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Si_3N_4 等の絶縁材料が成膜され、第1の絶縁膜4が形成される。

【0047】次に、図12乃至図14に示すように、下層コア3上に第1の絶縁膜4を介してCu等の導電材料が成膜され、第1のコイル用薄膜5が形成される。このとき、第1のコイル用薄膜5の端部5aは、下層コア3の突起部3a上に形成されることにより、上方に隆起した状態とされる。

【0048】次に、図15乃至図17に示すように、基板全面に亘って、レジスト等の高分子材料14が塗布される。

【0049】次に、図18乃至図20に示すように、下層コア3の媒体摺動面側の端部及び突起部3aが外部に露出し、また、第1のコイル用薄膜5の端部5aが外部に露出するまで、高分子材料14が研磨される。これにより、表面がフラットな面とされた平坦化膜6が形成される。

【0050】次に、図21乃至図23に示すように、フラットな面とされた平坦化膜6の表面に、 Al_2O_3 等の非磁性非導電性膜がスパッタリング等により成膜されて、ギャップ膜7が形成される。

【0051】次に、図24乃至図26に示すように、上

特開平11-316910

層コア8の媒体摺動面1aから離間した側の端部を下層コア3に接続するための第1の接続孔11が、ギャップ膜7及び第1の絶縁膜4を分断するように形成される。また、第2のコイル用薄膜10の両端部10aを第1のコイル用薄膜5の両端部5aに接続するための第2の接続孔12が、ギャップ膜7及び平坦化膜6を分断するように形成される。

【0052】次に、図27乃至図29に示すように、第1の接続孔11及び第2の接続孔12が形成されたギャップ膜15上に、Co-Nb-Zr等の非晶質合金や、鉄に窒素と必要ならば第3元素を添加したFe-Al-N等の微結晶材料等よりなる金属磁性膜15が、スパッタリング等により成膜される。このとき、第1の接続孔11及び第2の接続孔12内にも金属磁性膜15が充填されることになる。

【0053】次に、図30乃至図32に示すように、金属磁性膜15に対してイオンエッチング加工等が施され、媒体摺動面1aから離間した側の端部が下層コア3と接続された、所定形状の上層コア8が形成される。このとき、第2の接続孔12内の金属磁性膜15は除去される。

【0054】次に、図33乃至図35に示すように、所定形状に形成された上層コア8上に、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Si_3N_4 等の絶縁材料が成膜され、第2の絶縁膜9が形成される。

【0055】次に、図36乃至図38に示すように、上層コア8上に第2の絶縁膜9を介してCu等の導電材料が成膜され、第2のコイル用薄膜10が形成される。このとき、第2のコイル用薄膜10の端部10aは、第2の接続孔12を介して第1のコイル用薄膜5の隆起した端部5aに接続される。これにより、螺旋形状の薄膜コイルが形成され、薄膜磁気ヘッド1が完成する。

【0056】以上説明した薄膜磁気ヘッド1の製造方法によれば、平坦化膜6により平坦化された面上に、ギャップ膜7を介して上層コア8が形成されることになるので、上層コア8の材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化なく使用することが可能となり、高密度記録に対応し、高周波において優れた記録再生特性を発揮する薄膜磁気ヘッド1を製造することができる。

【0057】また、この薄膜磁気ヘッド1の製造方法によれば、第1のコイル用薄膜5の上層コア8側に隆起して形成された両端部5aに第2のコイル用薄膜10の両端部10aを接続させるだけで螺旋形状の薄膜コイルが形成されるので、小型化を実現した螺旋形状の薄膜コイルの形成が容易となる。

【0058】

【実施例】本発明の効果を確認すべく、実際に本発明に係る薄膜磁気ヘッドを製造し、その記録特性について評価を行った。

【0059】〈薄膜磁気ヘッドの製造〉まず、本発明に係る薄膜磁気ヘッド（実施例）を以下のように製造した。

【0060】下層コアとなる金属磁性膜の材料として、飽和磁束密度1.2テスラのCoNbZr非晶質合金を用い、膜厚約4 μ mの金属磁性膜を成膜した。そして、この金属磁性膜に対してイオンミリング加工を行い、金属磁性膜を2.5 μ m程度削り込み、下層コアを形成した。

【0061】下層コアと第1のコイル用薄膜間には、 Al_2O_3 を用いて厚さ約0.5 μ mの第1の絶縁層を形成した。また、薄膜コイルは、厚さが約1 μ m、幅が約1.5 μ m、コイル間隔が約0.7 μ mとなるように形成し、巻き数は10とした。また、下層コアと上層コアとの間には、 Al_2O_3 を用いて厚さ約0.3 μ mのギャップ膜を形成した。

【0062】上層コアとなる金属磁性膜の材料として、飽和磁束密度1.7テスラのFeAlN/NiFeZrN積層膜を用い、膜厚約1.5 μ mの金属磁性膜を成膜した。金属磁性膜の積層周期は、FeAlNが15nm、NiFeZrNが5nmとした。成膜はrfマグネトロンスパッタで、Fe97Al3とNi85Fe15Zr10のターゲットを用いて10%窒素添加のArガス中で行った。そして、この金属磁性膜に対してイオンエッチング加工を施し、幅が約5 μ m、長さが約32 μ m、磁気ヘッドのトラック幅が1.5 μ mとなる上層コアを形成した。

【0063】上層コアと第2のコイル用薄膜との絶縁はレジスト硬化によって行った。第2のコイル用薄膜は、コイル幅、間隔は第1のコイル用薄膜と同じだが、厚さは2 μ mとした。

【0064】比較用に図41に示すような渦巻き状のコイルを用いた薄膜磁気ヘッド（比較例）を製造した。比較用のヘッドはメッキバマロイ材料で磁気コアが形成され、トラック幅2 μ m、ギャップ長0.3 μ m、コイル巻き数10のものである。

【0065】〈特性評価〉まず、以上のように製造された実施例の薄膜磁気ヘッドのオーバーライト特性と比較例の薄膜磁気ヘッドのオーバーライト特性とをそれぞれ評価した。測定には、保磁力2500エルステッドのハードディスクを記録媒体として用い、記録線速度10m/s、4MHzの信号を20MHzでオーバーライト記録して測定を行った。結果を図39に示す。この図39から、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、優れた記録特性を示していることが分かる。

【0066】次に、以上のように製造された実施例の薄膜磁気ヘッドの高周波記録特性と比較例の薄膜磁気ヘッドの高周波記録特性とをそれぞれ評価した。高周波記録特性の評価は、非線形トランジションシフトの値を基に行った。非線形トランジションシフトは5次高調波法に

よって測定した。測定は相対速度40m/s、記録媒体と薄膜磁気ヘッド間のスペーシングを50nmで設定した。結果を図40に示す。この図40から、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、高周波での非線形トランジションシフト量が小さく、高周波でも十分な記録磁界が発生していることが、確認できた。

【0067】

【発明の効果】本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、上層コアが絶縁膜により平坦化された面上に形成されており、上層コアの材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化を招くことなく用いることができるので、高密度かつ高周波の記録再生システムに用いられる磁気ヘッドとして、優れた記録再生特性を発揮することができる。

【0068】また、この薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルが螺旋形状とされているので、コイル抵抗の増加を招くことなく、薄膜コイルの小型化が実現される。

【0069】また、この薄膜磁気ヘッドにおいては、螺旋形状の薄膜コイルが、両端部が上層コア側に隆起して形成された第1のコイル用薄膜と、この第1のコイル用薄膜の隆起した端部に接続された第2のコイル用薄膜のみからなるので、薄膜コイルの形成が容易である。

【0070】また、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、絶縁膜により平坦化された面上に上層コアが形成されることになるので、上層コアの材料として、高比抵抗、高飽和磁束密度の非晶質材料又は微結晶材料を軟磁気特性の劣化なく使用することが可能となり、高密度記録に対応し、高周波において優れた記録再生特性を発揮する薄膜磁気ヘッドを製造することができる。

【0071】また、この薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第1のコイル用薄膜の上層コア側に隆起して形成された両端部に第2のコイル用薄膜の両端部を接続させるだけで螺旋形状の薄膜コイルが形成されるので、小型化を実現した螺旋形状の薄膜コイルの形成が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る薄膜磁気ヘッドを媒体摺動面と直交する方向に断面して示す断面図である。

【図2】上記薄膜磁気ヘッドを媒体摺動面と平行な方向に断面して示す断面図である。

【図3】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、基板上に金属磁性膜が成膜された状態を示す斜視図である。

【図4】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図3におけるA1-A2線断面図である。

【図5】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図3におけるB1-B2線断面図である。

【図6】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、下層コアが形成された状態を示す斜視図であ

る。

【図7】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図6におけるA3-A4線断面図である。

【図8】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図6におけるB3-B4線断面図である。

【図9】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、第1の絶縁膜が形成された状態を示す斜視図である。

【図10】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図9におけるA5-A6線断面図である。

【図11】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図9におけるB5-B6線断面図である。

【図12】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、第1のコイル用薄膜が形成された状態を示す斜視図である。

【図13】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図12におけるA7-A8線断面図である。

【図14】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図12におけるB7-B8線断面図である。

【図15】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、高分子材料が塗布された状態を示す斜視図である。

【図16】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図15におけるA9-A10線断面図である。

【図17】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図15におけるB9-B10線断面図である。

【図18】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、平坦化膜が形成された状態を示す斜視図である。

【図19】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図18におけるA11-A12線断面図である。

【図20】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図18におけるB11-B12線断面図である。

【図21】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、ギャップ膜が形成された状態を示す斜視図である。

【図22】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図21におけるA13-A14線断面図である。

【図23】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図21におけるB13-B14線断面図である。

【図24】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、第1及び第2の接続孔が形成された状態を

特開平11-316910

示す斜視図である。

【図25】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図24におけるA15-A16線断面図である。

【図26】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図24におけるB15-B16線断面図である。

【図27】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、金属磁性膜が成膜された状態を示す斜視図である。

【図28】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図27におけるA17-A18線断面図である。

【図29】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図27におけるB17-B18線断面図である。

【図30】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、上層コアが形成された状態を示す斜視図である。

【図31】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図30におけるA19-A20線断面図である。

【図32】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図30におけるB19-B20線断面図である。

【図33】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、第2の絶縁膜が成膜された状態を示す斜視

図である。

【図34】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図33におけるA21-A22線断面図である。

【図35】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図33におけるB21-B22線断面図である。

【図36】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、薄膜コイルが形成された状態を示す斜視図である。

【図37】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図36におけるA23-A24線断面図である。

【図38】上記薄膜磁気ヘッドを製造する工程を説明する図であり、図36におけるB23-B24線断面図である。

【図39】上記薄膜磁気ヘッドのオーバーライト特性を説明する図である。

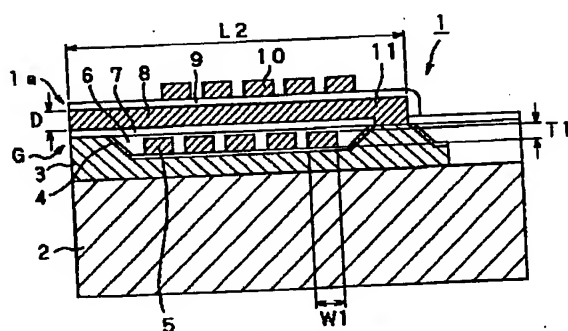
【図40】上記薄膜磁気ヘッドの高周波特性を説明する図である。

【図41】渦巻き状のコイルを用いた薄膜磁気ヘッドの要部を断面して示す斜視図である。

【符号の説明】

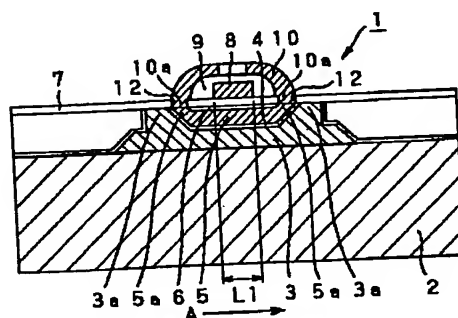
1 薄膜磁気ヘッド、2 基板、3 下層コア、3a 突起部、5 第1のコイル用薄膜、5a 端部、6 平坦化膜、8 上層コア、10 第2のコイル用薄膜

【図1】



薄膜磁気ヘッドの断面図

【図2】



薄膜磁気ヘッドの断面図

【図4】

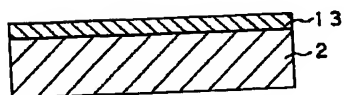


図3におけるA1-A2線断面図

【図5】

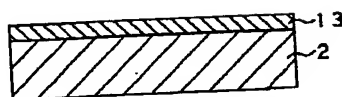


図3におけるB1-B2線断面図

【図7】

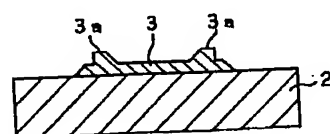
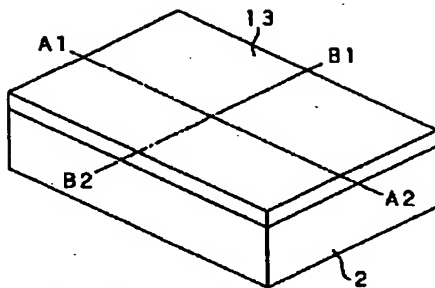


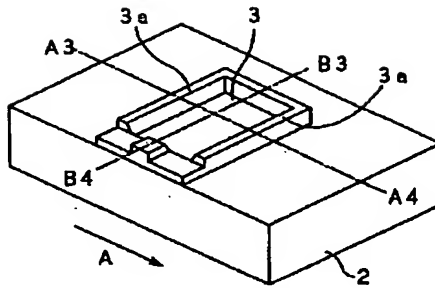
図6におけるA3-A4線断面図

【図 3】



基板上に金属線が形成された状態を示す斜視図

【図 6】



下層コアが形成された状態を示す斜視図

【図 8】

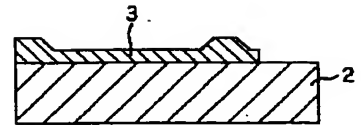


図6におけるB3-B4線断面図

【図 11】

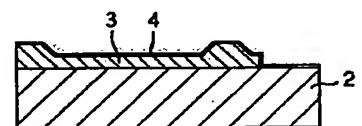
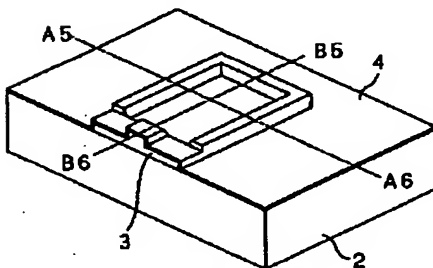


図9におけるB5-B6線断面図

【図 9】



第1の絶縁膜が形成された状態を示す斜視図

【図 10】

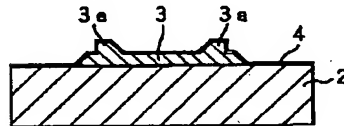


図9におけるA5-A6線断面図

【図 13】

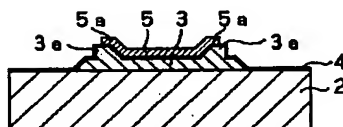


図12におけるA7-A8線断面図

【図 14】

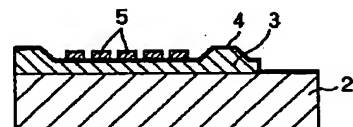
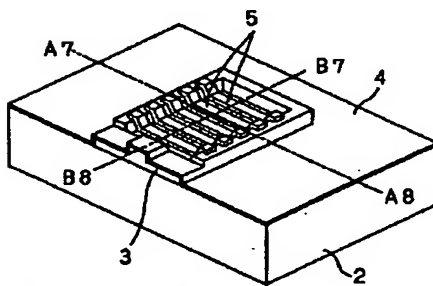


図12におけるB7-B8線断面図

【図 12】



第1のコイル用絶縁膜が形成された状態を示す斜視図

【図 16】

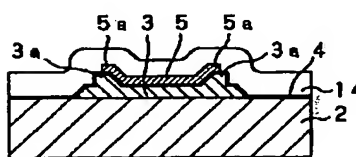


図15におけるA9-A10線断面図

【図 17】

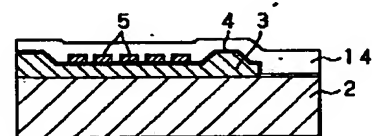
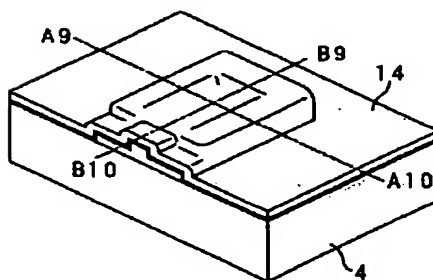


図15におけるB9-B10線断面図

【図 15】



高分子材料が塗布された状態を示す斜視図

【図 19】

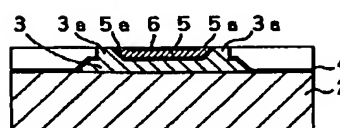


図18におけるA11-A12線断面図

【図 20】

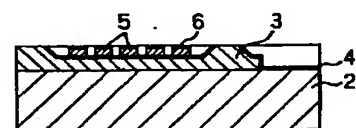
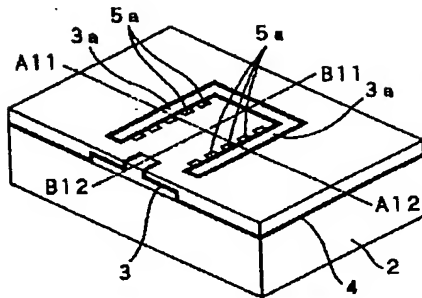


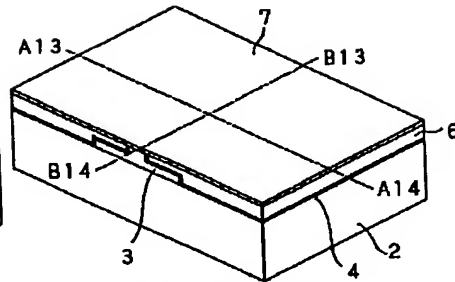
図18におけるB11-B12線断面図

【図18】



平坦化膜が形成された状態を示す斜視図

【図21】



ギャップ膜が形成された状態を示す斜視図

【図22】

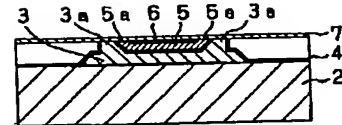


図21におけるA13-A14線断面図

【図23】

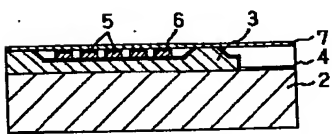
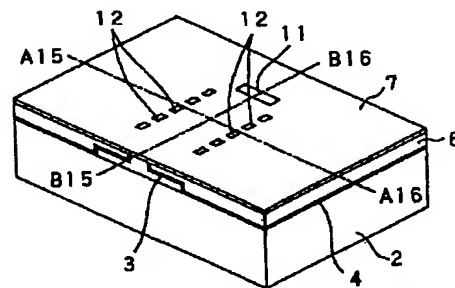


図21におけるB13-B14線断面図

【図24】



第1及び第2の接続孔が形成された状態を示す斜視図

【図25】

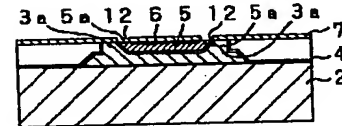


図24におけるA15-A16線断面図

【図26】

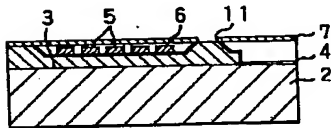


図24におけるB15-B16線断面図

【図28】

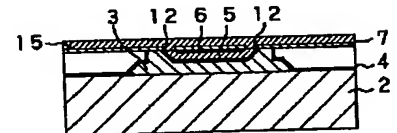
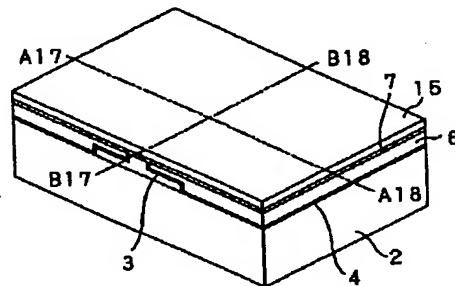


図27におけるA17-A18線断面図

【図27】



金属膜性膜が形成された状態を示す斜視図

【図37】

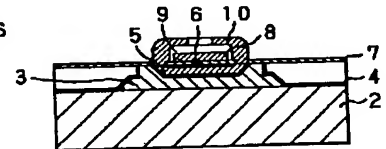


図36におけるA23-A24線断面図

【図29】

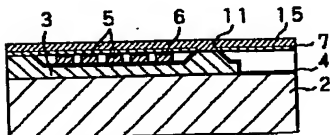


図27におけるB17-B18線断面図

【図31】

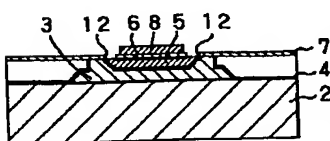


図30におけるA19-A20線断面図

【図32】

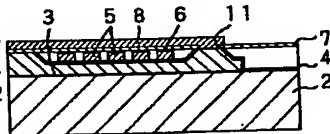


図30におけるB19-B20線断面図

【図34】

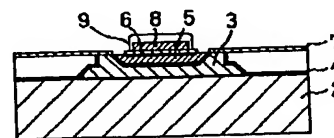
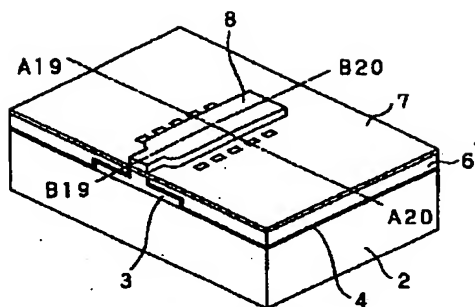


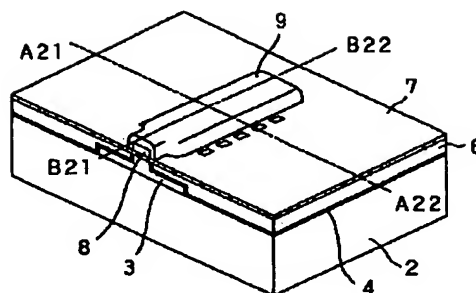
図33におけるA21-A22線断面図

【図30】



上層コアが形成された状態を示す斜視図

【図33】



第2の絶縁膜が形成された状態を示す斜視図

【図35】

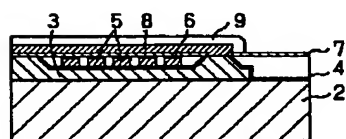
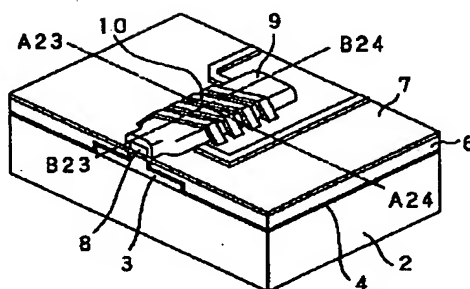


図33におけるB21-B22断面図

【図36】



第2のコイルが形成された状態を示す斜視図

【図38】

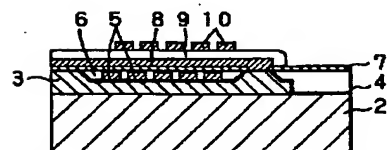
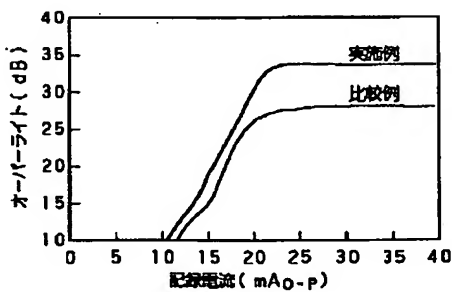
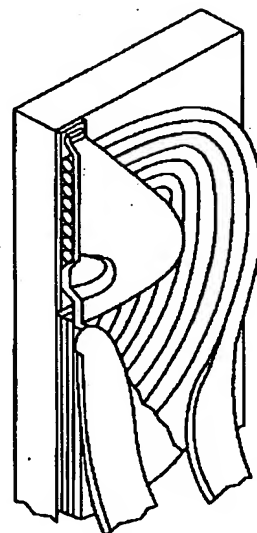


図36におけるB23-B24断面図

【図39】

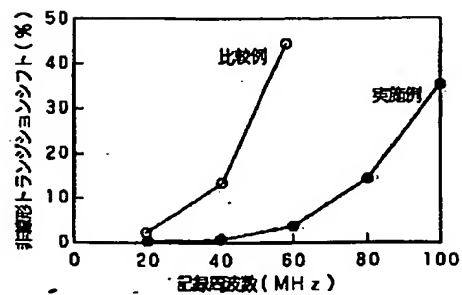


【図41】



渦巻状のコイルを用いた薄膜磁気ヘッド

【図40】



THIS PAGE BLANK (USPTO)